

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 7 月 7 日 (07.07.2005)

PCT

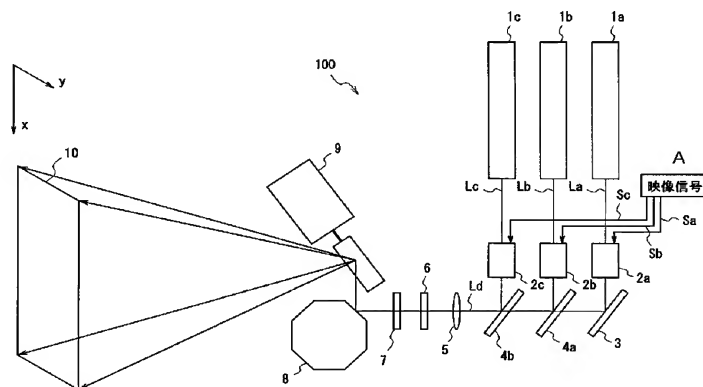
(10) 国際公開番号
WO 2005/062114 A1

- (51) 国際特許分類: G03B 21/00 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/019324 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森川 顕洋 (MORIKAWA, Akihiro). 笠澄 研一 (KASAZUMI, Ken'ichi). 水内 公典 (MIZUUCHI, Kiminori).
(22) 国際出願日: 2004 年 12 月 24 日 (24.12.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 早瀬 憲一 (HAYASE, Kenichi); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原 3 丁目 4 番 30 号 ニッセイ新大阪ビル 13 階 早瀬特許事務所 Osaka (JP).
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願 2003-426798 (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, 2003 年 12 月 24 日 (24.12.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006 番地 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: 2-DIMENSIONAL IMAGE DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 2次元画像表示装置



A... VIDEO SIGNAL

(57) Abstract: It is possible to reduce the speckle noise with simple configuration in a 2-dimensional image display device. A 2-dimensional image display device for performing image display by projecting coherent light to a projection plane includes: at least one coherent light source (1a, 1b, 1c) for outputting coherent light; a polarized state modulation unit (6) for modulating at least one of the polarized state and the phase of the coherent light from the coherent light source; and a birefringent diffusion plate (7) for spatially changing the phase of the coherent light from the polarized state modulation device. The polarized state of the light spot on each pixel of the image displayed on the projection plane is changed spatially and temporally so as to form various speckle patterns.

(57) 要約: 2次元画像表示装置において、簡単な構成によってスペックルノイズを低減する。コヒーレント光を投射面に投射して画像表示を行う2次元画像表示装置において、コヒーレント光を出力する少なくとも1つのコヒーレント光源(1a), (1b), (1c)と、コヒーレント光源からのコヒーレント光の偏光状態及び位相の少なくとも一方を変調する偏光状態変調器6と、前記偏光状態変調器からのコヒーレント光の位相を空間

[続葉有]

WO 2005/062114 A1



SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

2次元画像表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、2次元画像表示装置に関し、特に光源としてコヒーレント光源を使用する2次元走査型画像表示装置におけるスペックルノイズの低減に関するものである。

背景技術

[0002] 図9は、従来のレーザディスプレイの概略構成を示す図である。

[0003] このレーザディスプレイ900は、RGB3色に対応するレーザ光源901a〜901cと、レーザ光源901a〜901cから出力されたレーザ光La〜Lcを、入力映像信号の原色信号Sa〜Scに応じて強度変調する光変調器905a〜905cとを有している。また、レーザディスプレイ900は、光変調器906aにて変調されたレーザ光Laを反射するミラー903と、該ミラー903で反射されたレーザ光Laと前記光変調器906bにて変調されたレーザ光Lbとを合波するダイクロイックミラー902aと、該ダイクロイックミラー902aからのレーザ光と前記光変調器906cにて変調されたレーザ光Lcとを合波するダイクロイックミラー902bと、該ダイクロイックミラー902bで合波されたレーザ光を集光する集光レンズ904とを有している。さらに、このレーザディスプレイ900は、該集光レンズ904により集光されたレーザ光をスクリーン908上でx方向に走査するポリゴンスキャナ906と、ポリゴンスキャナ906からの光をスクリーン908上で、2次元の画像が形成されるようy方向に走査するガルバノスキャナ907とを有しており、このレーザディスプレイ900の2次元ビーム走査手段は該ポリゴンスキャナ906とガルバノスキャナ907とにより構成されている。

次に動作について説明する。

[0004] RGB3色に対応するレーザ光源901a〜901cからのレーザ光La〜Lcは、入力映像信号の各原色信号Sa〜Scに応じて光変調器905a〜905cで強度変調され、ミラー903及びダイクロイックミラー902a、902bからなる光学系にて合波されて、集光レンズ904に入射する。さらに、集光レンズ904により集光されたレーザ光は、ポリゴンスキャナ906によってスクリーン908のx方向に、ガルバノスキャナ907によってスクリ

ーン908のy方向に走査され、スクリーン908上に2次元の画像が表示される。

[0005] このレーザディスプレイ900では、RGBそれぞれの光源光が高出力の単色光であるため、適当な波長のレーザ光源を用いることで、色純度が高く、鮮やかな画像の表示が可能となる。

[0006] さらに、前記図9のような2次元走査型のレーザディスプレイの他の特長は、2次元ビーム走査手段からスクリーン908までの光学系に、インテグレータのような複雑な光学部品を用いることなく一様な照明を得られるということである。例えば、現在市販されている、放電管等を光源に用いたプロジェクタでは、2枚のレンズアレイによる光インテグレータを用いて照明強度の均一化が図られているが、2次元走査型のレーザディスプレイは、照明強度均一化のための大きな光学部品を用いることなく、光源からの出射ビームの強度分布に拘わらず一様な照明を実現することができる。

[0007] また、前記2次元走査型のレーザディスプレイのさらなる特長は、2次元ビーム走査手段を用いているため、高解像かつ高輝度画像を得ることができることである。空間光変調素子を用いたレーザディスプレイでは、一般的に空間光変調素子として液晶パネルが用いられるが、液晶での光の散乱や吸収により、光源光のビームパワーは減少し、スクリーン上での光源光による輝度が低下する。一方、2次元ビーム走査手段を用いたレーザディスプレイでは、ビーム走査速度を上げることで高解像度画像を得ることができ、またレーザパワーを減少させる光学系がないので、レーザパワーの利用効率が大きく、高輝度画像を得ることができる。

[0008] ところが、このようなレーザディスプレイでは、光源にコヒーレンシーの高いレーザ光源を用いていることから生ずる、明点、暗点パターンがランダムに分布したいわゆるスペックルノイズが問題となる。スペックルノイズは、レーザ光がスクリーン908で散乱される際に、スクリーン908上の各部分で錯乱された散乱光同士が干渉することによって生じる微細なムラ状のノイズである。

[0009] このようなスペックルノイズを除去する方法としては、従来、人間が知覚できる表示の書き換え時間より短い時間でスペックルパターンを変化させ、スペックルパターンを平均化することによって、観察者の目にスペックルノイズが感じられないようにする手法がとられている。

[0010] 例えば、特許文献1には、スクリーンを振動させることによりスペックルノイズを除去する方法が開示されている。また、特許文献2には、コヒーレント光の光路上に、コヒーレント光を拡散させる拡散素子を配置し、該拡散素子を外力によって振動、回転させることにより、スペックルノイズを除去するものが開示されている。また、特許文献3には、スクリーンに複屈折性結晶体の粒子を塗布し、偏光状態を時間的に変化させたレーザ光をスクリーンに投射することでスペックルノイズの発生を防止する方法が開示されている。

特許文献1:特開昭55-65940号公報

特許文献2:特開平6-208089号公報

特許文献3:特開平3-109591号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、上記特許文献1の、スクリーンを振動させる方法は、固定された壁面などをスクリーンとして用いることができないという問題があった。

[0012] また、上記特許文献2の、拡散素子を振動、回転させる方法では、拡散素子を振動、回転させるためのモータ等の駆動部を必要とし、ディスプレイ装置が大型になるとともに、消費電力が増加し、振動音が発生するといった問題があった。

[0013] また、図9に示すような2次元走査型の画像表示装置では、高解像度画像表示を実現する場合、例えば、1秒間に表示される画像数を60、画面の解像度を横1000画素×縦1000画素とすると、1画素あたりの走査時間は $1/(60 \times 10^6)$ 秒となる。よって、スペックルノイズを除去するためには、1画素あたりの走査時間よりも早い60MHz以上の変調周波数で、スクリーンや拡散素子を振動させる必要がある。スクリーン振動に代表される物体振動方式によるスペックル除去方法では、高解像度画像表示を実現するビーム走査速度には追従できないという問題があった。

[0014] また、上記特許文献3に記載の、複屈折性結晶体をスクリーンに塗布する方法では、スクリーン全面に結晶を塗布する必要があるため、コストがかかるという問題があった。

[0015] 本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、スペックルノ

イズを除去することができる、構成が簡単で静粛性及び耐久性に優れた2次元画像表示装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0016] 本発明の請求項1に係る2次元画像表示装置は、コヒーレント光を投射面に投射して画像表示を行う2次元画像表示装置において、コヒーレント光を出力する少なくとも1つのコヒーレント光源と、前記コヒーレント光源からのコヒーレント光の偏光状態及び位相の少なくとも一方を変調する偏光状態変調器と、前記偏光状態変調器からのコヒーレント光の位相を空間的に変化させる複屈折拡散板とを備え、前記複屈折拡散板により位相が変化したコヒーレント光を前記投射面に投影する、ことを特徴とするものである。
- [0017] これにより、スクリーンや拡散板を振動あるいは回転させる駆動系が不要となり、2次元画像表示装置の小型化及び低コスト化を図るとともに、静粛性や耐久性を改善することができる。
- [0018] 本発明の請求項2に係る2次元画像表示装置は、請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記複屈折拡散板と前記投射面とは、結像関係にある、ことを特徴とするものである。
- [0019] これにより、複屈折拡散板上のムラが投影画像に表れることを防止することができ、高精細な画像を得ることができる。
- [0020] 本発明の請求項3に係る2次元画像表示装置は、請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記複屈折拡散板は、前記コヒーレント光の入射面が空間的に領域分割されており、それぞれの領域は、その光学軸の方向がランダムに設定されていることを特徴とするものである。
- [0021] これにより、コヒーレント光の位相を空間的に変化させることができ、多数のスペックルパターンを発生させてスペックルノイズを削減することができる。また、前記複屈折拡散板はフォトリソグラフィー等でパターニングを行うことにより形成することができ、複屈折拡散板の作成は簡単である。
- [0022] 本発明の請求項4に係る2次元画像表示装置は、請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記複屈折拡散板は、前記コヒーレント光の入射面が空間的に領

域分割され、それぞれの領域で、前記コヒーレント光のランダムな位相遅延量を発生するものであることを特徴とするものである。

[0023] これにより、コヒーレント光の位相を空間的に変化させることができ、多数のスペckルパターンを発生させてスペckルノイズを削減することができる。

[0024] また、前記複屈折拡散板は複屈折性をもつ材料の厚みをランダムに変化させることにより形成することでき、前記複屈折拡散板の作成は、エッチング加工等により簡単に行うことができる。

[0025] 本発明の請求項5に係る2次元画像表示装置は、請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記複屈折拡散板は、前記コヒーレント光の入射面が空間的に領域分割されており、それぞれの領域は、その光学軸の方向がランダムに設定され、かつ、前記コヒーレント光のランダムな位相遅延量を発生するものであることを特徴とするものである。

[0026] これにより、スクリーン上のスペckルパターンをより多様化することができ、さらにスペckルノイズを低減することができる。

[0027] 本発明の請求項6に係る2次元画像表示装置は、請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記複屈折拡散板は、前記コヒーレント光源から投影面に至る光路上に2枚以上配置されている、ことを特徴とするものである。

[0028] これにより、スクリーン上のスペckルパターンをより多様化することができ、さらにスペckルノイズを低減することができる。

[0029] 本発明の請求項7に係る2次元画像表示装置は、請求項4または5に記載の2次元画像表示装置であって、前記複屈折拡散板は、前記位相遅延量 $\Delta\phi$ が、 $0 \leq \Delta\phi \leq 2\pi$ を満たし、かつ、当該位相遅延量を略均一な割合で発生するものであることを特徴とするものである。

[0030] これにより、複屈折拡散板の加工時に、所定量以上の厚み差を形成する必要がなく、加工工程の簡易化を図ることが可能となる。

[0031] 本発明の請求項8に係る2次元画像表示装置は、請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記複屈折拡散板は、強誘電体結晶により形成されている、ことを特徴とするものである。

- [0032] これにより、電界制御により屈折率分布の変化を与えることができ、スクリーン上のスペックルパターンをより多様化することができる。
- [0033] 本発明の請求項9に係る2次元画像表示装置は、請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記複屈折拡散板は、液晶を構成材料とする、ことを特徴とするものである。
- これにより、複屈折拡散板を安価に作成することができる。
- [0034] 本発明の請求項10に係る2次元画像表示装置は、請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記偏光状態変調器は、前記コヒーレント光源から投影面に至る光路上に、光学軸の方向が異なるように直列に2つ配置されている、ことを特徴とするものである。
- [0035] これにより、任意のスペックルパターンを形成することが可能となり、スペックルノイズをより低減することができる。
- [0036] 本発明の請求項11に係る2次元画像表示装置は、請求項10に記載の2次元画像表示装置において、前記2つの偏光状態変調器は、互いに異なる周波数でもって、前記コヒーレント光源からのコヒーレント光の偏光状態及び位相の少なくとも一方を変調する、ことを特徴とするものである。
- [0037] これにより、スクリーン上のスペックルパターンを多様化することができ、さらにスペックルノイズを低減することができる。
- [0038] 本発明の請求項12に係る2次元画像表示装置は、請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記偏光状態変調器と前記複屈折拡散板とが一体形成されている、ことを特徴とするものである。
- これにより、2次元画像表示装置の小型化が可能になる。
- [0039] 本発明の請求項13に係る2次元画像表示装置は、請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記コヒーレント光源からのコヒーレント光を、前記投影面に画像が表示されるよう2次元方向に走査する2次元ビーム走査系を有する、ことを特徴とするものである。
- [0040] これにより、2次元走査型の画像表示装置において、スペックルノイズが除去された、高品質な画像を得ることが可能となる。

[0041] 本発明の請求項14に係る2次元画像表示装置は、請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記偏光状態変調器は、下記の(1)式を満たす周波数 f で、前記コヒーレント光源からのコヒーレント光の偏光状態及び位相の少なくとも一方を変調する、ことを特徴とするものである。

[0042] $f \geq X \times Y \times N \text{ (Hz)} \cdots (1)$

X: 前記投射面に表示される画像の縦方向画素数

Y: 前記投射面に表示される画像の縦方向画素数

N: 1秒間に表示される画像数

[0043] これにより、2次元走査型の画像表示装置において、スペックルノイズが除去された、高品質な画像を得ることが可能となる。

[0044] 本発明の請求項15に係る2次元画像表示装置は、請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記偏光状態変調器は、電気光学効果を用いた光変調器である、ことを特徴とするものである。

[0045] これにより、レーザ光の偏光状態をMHzオーダーあるいはGHzオーダーで変調可能となり、2次元走査型の画像表示装置において、スペックルノイズを除去することが可能となる。

発明の効果

[0046] 本発明に係る2次元画像表示装置によれば、スペックルノイズ除去用光学系を偏光状態変調器と複屈折拡散板とにより構成したので、スクリーンや拡散板を振動あるいは回転させる駆動系が不要となり、小型化及び低コスト化を図るとともに、静粛性や耐久性を改善することができる。

[0047] また、本発明の2次元画像表示装置では、高速偏光状態変調器を使用することで、高速にスペックルパターンを変化させることができる。そのため、本発明の2次元画像表示装置は、二次元走査型の高解像画像表示装置にも適用でき、微細なムラ状ノイズのない、鮮やか、かつ高精細の映像をスクリーン上に投射することができるという効果を有する。

図面の簡単な説明

[0048] [図1] 図1は本実施の形態1による2次元画像表示装置の概略構成を示す図である。

[図2]図2は本実施の形態1の動作説明図であり、2次元画像表示装置の1色分の光学系を概念的に示している。

[図3(a)]図3(a)は本実施の形態1の2次元画像表示装置における複屈折拡散板を説明する平面図である。

[図3(b)]図3(b)は本実施の形態1の2次元画像表示装置における複屈折拡散板を説明する断面図であり、複屈折拡散板に入射するレーザー光と複屈折拡散板から出射するレーザー光の位相状態を模式的に示している。

[図4(a)]図4(a)は本実施の形態1の2次元画像表示装置における複屈折拡散板の他の例を説明する平面図である。

[図4(b)]図4(b)は本実施の形態1の2次元画像表示装置における複屈折拡散板の他の例を説明する断面図であり、複屈折拡散板に入射するレーザー光と複屈折拡散板から出射するレーザー光の位相状態を模式的に示している。

[図5(a)]図5(a)は本実施の形態2の2次元画像表示装置における複屈折拡散板を説明する平面図である。

[図5(b)]図5(b)は本実施の形態2の2次元画像表示装置における複屈折拡散板を説明する断面図であり、複屈折拡散板に入射するレーザー光と複屈折拡散板から出射するレーザー光の位相状態を模式的に表す図である。

[図6(a)]図6(a)は本実施の形態2の2次元画像表示装置における複屈折拡散板の他の例を説明する平面図である。

[図6(b)]図6(b)は本実施の形態2の2次元画像表示装置における複屈折拡散板の他の例を説明する断面図であり、複屈折拡散板に入射するレーザー光と複屈折拡散板から出射するレーザー光の位相状態を模式的に示している。

[図7]図7は本実施の形態3の2次元画像表示装置を説明する図であり、一体化させた偏光状態変調器と複屈折拡散板とを一体化させたものを示している。

[図8(a)]図8(a)は本実施の形態4の動作説明図であり、2次元画像表示装置の1色分の光学系を概念的に示している。

[図8(b)]図8(b)は本実施の形態4の動作説明図であり、レーザー光Ldの偏光状態を模式的に示している。

[図8(c)]図8(c)は本実施の形態4の動作説明図であり、レーザ光Ldの偏光状態の他の例を模式的に示している。

[図9]図9は従来のレーザ画像表示装置の概略構成を示す図である。

符号の説明

- [0049] 1a, 1b, 1c レーザ光源
 2a, 2b, 2c 光変調器
 3 ミラー
 4a, 4b ダイクロイックミラー
 5 集光レンズ
 6 偏光状態変調器
 7 複屈折拡散板
 8 ポリゴンスキャナ
 9 ガルバノスキャナ
 10 スクリーン
 13 投射レンズ
 14 電極

 901a, 901b, 901c レーザ光源
 902a, 902b ダイクロイックミラー
 903 ミラー
 904 集光レンズ
 905a, 905b, 905c 光変
 906 ポリゴンスキャナ
 907 ガルバノスキャナ
 908 スクリーン

発明を実施するための最良の形態

[0050] 以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら、説明する。

[0051] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1による2次元画像表示装置の概略構成図を示す図

である。

- [0052] 図1に示す2次元画像表示装置100は、RGB3色に対応するレーザ光源1a〜1cと、レーザ光源1a〜1cから出力されたレーザ光La〜Lcを、入力映像信号の原色信号Sa〜Scに応じて強度変調する光変調器2a〜2cとを有している。ここで、レーザ光源1a、1b、1cはHe-Neレーザ、He-Cdレーザ、Arレーザなどの気体レーザ、AlGaInP系やGaN系の半導体レーザ、固体レーザの出力を基本波とするSHG (Second Harmonic Generation)レーザなどを用いることができる。
- [0053] また、レーザディスプレイ100は、光変調器2aにより変調されたレーザ光Laを反射するミラー3と、該ミラー3で反射されたレーザ光Laと前記光変調器2bにより変調されたレーザ光Lbとを合波するダイクロイックミラー4aと、該ダイクロイックミラー4aからのレーザ光と前記光変調器2cにより変調されたレーザ光Lcとを合波してレーザ光Ldを生成するダイクロイックミラー4bとを有している。
- [0054] また、このレーザディスプレイ100は、ダイクロイックミラー4bで合波されたレーザ光Ldを集光する集光レンズ5と、該集光レンズ5により集光されたレーザ光Ldの偏光状態及び位相の少なくとも一方を、電気光学効果(EO)を利用して時間的に変化させる偏光状態変調器6と、該偏光状態変調器6から出射するレーザ光Ldの、ビーム断面内での位相パターンを変化させる複屈折拡散板7とを有している。
- [0055] さらに、このレーザディスプレイ100は、複屈折拡散板7から出射するレーザ光Ldをスクリーン10上のx方向に走査するポリゴンスキャナ8と、該ポリゴンスキャナ8からの光を、スクリーン10上に2次元の画像が形成されるようスクリーン10上のy方向に走査するガルバノスキャナ9とを有している。
- [0056] 次に、動作について説明する。
- 赤色レーザ光源1a、緑色レーザ光源1b、青色レーザ光源1cから出射した光は、入力映像信号Sa〜Scに応じて光変調器2a〜2cで強度変調され、ダイクロイックミラー4a、3bにて合波され、レーザ光Ldとして集光レンズ5に入射する。
- [0057] 該集光レンズで集光されたレーザ光Ldは、偏光状態変調器6と複屈折拡散板7を通過し、ポリゴンスキャナ8に入射する。そして、レーザ光Ldは、ポリゴンスキャナ8によってスクリーン上をx方向に走査し、ガルバノスキャナ9によってスクリーン上をy方

向に走査する。レーザ光によりスクリーン上に形成される各光照射領域、つまり個々の光スポットは、スクリーン10全体に表示される画像の一画素分に相当し、レーザ光が2次元のスクリーン10上を走査することで2次元画像全体が表示される。

[0058] このとき、1画面全体を走査する時間が人間の目の残像時間より短ければ、画面上でのレーザ光による走査を意識することなく2次元画像全体を観察することができる。また、動画を表示する際には、1フレームの表示時間以内に画面全体を走査してなめらかな動画の表示を行うことが可能となる。

[0059] 次に、本実施の形態1の2次元画像表示装置100におけるスペックルノイズ抑圧の原理について説明する。

[0060] 図9に示す従来のレーザディスプレイ900では、ダイクロイックミラー4a、4bからなる合波光学系を通過したレーザ光源からのレーザ光は、ポリゴンスキャナ906で走査される前にほぼ集光されて光スポットを形成し、ポリゴンスキャナ906及びガルバノスキャナ907からなる2次元ビーム走査系により、スクリーン908上に投射される。ここで、スクリーン908上の一画素分を示す箇所には、上述したようにスペックルノイズが存在する。

[0061] そこで、本実施の形態1の2次元画像表示装置100では、ポリゴンスキャナ8と集光レンズ5との間に、偏光状態変調器6及び複屈折拡散板7を配置し、該ポリゴンスキャナ8に入射する、集光されたレーザ光の偏光状態及び位相の少なくとも一方を時間的に変化させ、さらに該レーザ光の位相パターンを変化させるようにしている。

[0062] 図2は、2次元画像表示装置100から抽出した1色分の光学系200を概念的に示す図である。図2において、1は、赤色レーザ光源1a、緑色レーザ光源1b、青色レーザ光源1cのいずれかの光源である。12は、ポリゴンスキャナ8とガルバノスキャナ9とからなる2次元ビーム走査系である。また、13は、2次元ビーム走査系からのレーザ光Ldをスクリーン10に拡大投影する投射レンズである。なお、図2において、図1と同じ構成要素については、同一の符号を用いる。ここで、複屈折拡散板7とスクリーン10とは結像関係にある。

[0063] 図2に示す光学系200では、スペックルノイズは以下のようにして除去されることとなる。

- [0064] まず、偏光状態変調器6は、集光レンズ5からのレーザ光Ldの偏光状態、または位相の少なくともいずれかを時間的に変化させる。このとき、レーザ光Ldの偏光状態を変化させるか、レーザ光Ldの位相を変化させるか、あるいは偏光状態及び位相を両方とも変化させるかは、偏光状態変調器6に印加する制御電圧により決まる。そして、複屈折拡散板7は、偏光状態変調器6から出射されるレーザ光Ldの位相を、レーザ光Ldの偏光状態に応じて空間的にランダムに変化させる。つまり、複屈折拡散板7に入射するレーザ光Ldの偏光状態は、時間的に変化しているため、複屈折拡散板7から出射されるレーザ光Ldの位相パターンも、時間的、空間的に変化したものとなる。
- [0065] このようなレーザ光Ldがスクリーン10に投射されると、スクリーン10上で発生するスペックルパターンは時間的に変化することになり、観察者がスクリーン10上の画像、あるいは映像を観察する場合は、視覚上、これら多数のスペックルパターンが平均化されて微細なムラ状のノイズ画像が除去されることになる。このとき、拡大投影系における、複屈折拡散板7上でのレーザ光Ldとスクリーン10上に拡大されるレーザ光Ldとは、投射レンズ13に対して1対1に対応するものであり、これにより、レーザ光Ldが複屈折拡散板7を出射する際の散乱により起こる、スクリーン10上に映し出される映像の解像度の低下を防ぐことができる。
- [0066] 次に、本実施の形態1の偏光状態変調器6と複屈折拡散板7について詳細に説明する。
- [0067] 本実施の形態1では、偏光状態変調器6として、電気光学効果(EO)を利用したEO偏光素子を使用する。具体的には、Z板 LiNbO_3 の±Z面に電極形成したものを使用している。電気光学効果を利用する偏光素子は、変調速度の高速化に対応することが可能であり、本実施の形態1の2次元画像表示装置100のような、2次元走査型の高解像度画像表示装置に適している。
- [0068] つまり、2次元走査型の画像表示装置では、レーザ光Ldの偏光状態を、2次元の走査速度よりも速い変調速度で変化させる必要がある。例えば、1フレームの表示時間を1/60秒、画面解像度を横1000×縦1000画素により映像表示させる場合、1画素毎の走査時間は1/(60×10⁶)秒となり、レーザ光Ldの偏光方向を60MHz以

上の変調周波数によって変調する必要がある。EO偏光素子によれば、60MHz以上の変調周波数は駆動可能であるため、2次元走査型の画像表示装置のような高速変調を必要とする場合であっても、十分対応することができる。

[0069] 偏光状態変調器6の変調周波数は、上述のように、2次元の走査速度よりも速い変調速度であれば良く、スクリーン10上のスペックルパターンは、偏光状態変調器6の変調周波数が高い程より高速に変化し、スクリーン10上のスペックルノイズは、より抑圧されることになる。例えば、変調周波数が60MHzの場合とその10倍となる600MHzの場合とで比較すると、600MHzの場合に、よりスペックルノイズの除去された画像を得ることができる。なお、偏光状態変調器6は、2次元の走査速度よりも速い変調速度で偏光状態を変えることができる光変調器であれば、電気光学効果以外の効果を用いるものであっても良い。

[0070] 次に、複屈折拡散板7について説明する。

図3(a)は、複屈折拡散板7を示す平面図である。図7において、SLdは、レーザ光Ldのスポット径を表し、また、図中の矢印は、光学軸(以下「C軸」とする。)を表す。

[0071] 複屈折拡散板7は、図3(a)に示すように光スポット径に対し、同程度あるいはそれ以上の大きさのものであり、入射光の偏光方向により屈折率が異なる材料、すなわち、複屈折性を有する材料基板を複数のセル領域Rcが形成されるよう格子状に区分し、かつ、それぞれのセル領域Rcの光学軸の向きを不規則に設定したものである。つまり、複屈折拡散板7では、各セル領域の速軸(屈折率の小さい軸)と遅軸(屈折率の大きい軸)が不規則に配置され、各セル領域のC軸の向きは2次元空間上で不規則な向きとなっている。

[0072] 複屈折拡散板7の具体的な作製方法としては、例えば、ガラス基板上でのレジストのパターニングと、その後の複屈折性を有する誘電体薄膜(MgF₂)の斜め蒸着とを数回行うことによって、各セル領域のC軸の向きをランダムに設定することができる。なお、複屈折拡散板7に用いる材質としては、上述した強誘電体結晶以外に、液晶で複屈折性の大きいものであれば使用することができる。

[0073] 複屈折拡散板7を構成する各セル領域のセル幅を決定するに際しては、投射レンズ13のビーム取り込み効率に影響を及ぼさないように、レーザ光Ldの拡散角を考慮

する必要がある。これは、拡散角が大きくなると、図2における投射レンズ13のビーム取り込み効率が減少し、スクリーン10に投射される画像の輝度が低下する、という問題が生じるためである。例えば、上記特許文献3に開示されたスペckルノイズ除去方法において使用される複屈折性結晶の粒子を、透明板状材料に塗布することにより、複屈折拡散板7に相当する拡散板を作製した場合、複屈折性結晶の粒子の径が小さい、あるいは塗布した表面の断面形状が不規則となるため、レーザ光Ldが屈折と反射を繰り返し、レーザ光の拡散角が大きくなる。このため、本実施の形態1のような光学系においては、複屈折粒子を塗布した拡散板を投射前に挿入することは困難である。

[0074] 本実施の形態1の光学系200では、複屈折拡散板7のセル幅をdとすると、拡散角 $\Delta \theta$ は波長 λ の光に対し、 $\Delta \theta = \lambda / d$ の関係にあるので、拡散角 $\Delta \theta$ は、セル幅に依存することになり、セル幅が大きいほど拡散角は小さくなる。このため、本実施の形態1では、セル幅を $d = 10 \mu\text{m}$ で作製している。なお、セル幅を $d = 10 \mu\text{m}$ とし、波長 $\lambda = 500\text{nm}$ の緑色光を用いた場合の拡散角は、 $\Delta \theta = 0.5 / 10 = 50\text{mrad}$ ($\sim 3^\circ$)であり、投射レンズの取り込み効率に影響を及ぼさないことを確認している。

[0075] 次に、複屈折拡散板7の作用、効果について説明する。

図3(b)は、複屈折拡散板7の断面構造を示す図であり、ここでは、複屈折拡散板7に入射するレーザ光Ld、及び複屈折拡散板7から出射されるレーザ光Ldの位相分布を模式的に表している。

[0076] 図3(b)において、例えば位相のそろった直線偏光のレーザ光Ldが複屈折拡散板7に入射したとする。ここでは、簡単のため、レーザ光Ldの偏光方向は、C軸方向と平行な方向と、C軸方向と直交する方向の2方向とする。偏光方向がC軸方向と平行であるレーザ光Ldに対する屈折率を n_1 、偏光方向がC軸方向と直交するレーザ光Ldに対する屈折率を n_2 とすると、複屈折拡散板7の各セル領域は複屈折性をもつために、 $n_1 \neq n_2$ の関係が成り立つ。従って、偏光方向が異なるレーザ光Ldが、複屈折拡散板7を通過する際の光路長は、それぞれ異なることになり、複屈折拡散板7から出射されたそれぞれのレーザ光は、位相のずれたものとなっている。つまり、複屈折拡散板7に入射するレーザ光Ldの位相パターンは、複屈折拡散板7を通過した後、

複屈折拡散板7上の各セル領域のC軸方向の分布に応じて、図3(b)に示すように位相差を生じた形で変化することになる。

[0077] そして、レーザ光Ldの偏光状態、すなわち、偏光方向と偏光の種類を、偏光状態変調器6により時間的に変化させることで、複屈折拡散板7から出射するレーザ光の位相パターンを、時間的、空間的に変化させることができる。

[0078] このように、本実施の形態1による2次元画像表示装置100では、レーザ光Ldの偏光状態及び位相の少なくとも一方を、電気光学効果を利用した偏光状態変調器6により時間的に変化させ、複屈折性をもつ複数の材料からなる複屈折拡散板7により、偏光状態変調器6からのレーザ光Ldの位相パターンをランダムに変化させるので、スクリーン10上において異なるスペックルパターンを多数生じさせることとなり、これにより、スペックルノイズが抑圧された2次元画像を得ることができる。

[0079] なお、本実施の形態1では、前記複屈折拡散板7は、複屈折性をもつセル領域Rcを、それぞれのC軸方向が、直交する2方向に一致するように配置したものであるが、前記複屈折拡散板は、そのセル領域RcのC軸方向が、直交する2方向に一致するものに限らない。

[0080] 例えば、図4(a)のように、複屈折拡散板の各セル領域をそのC軸がランダムな向きになるよう2次元空間に配置することで、図4(b)に示すように、さらに多くの位相パターンを形成することができ、さらにスペックルノイズが低減された高品質の画像を表示することができる。このような、図4(a)に示す複屈折拡散板7bは、上記複屈折拡散板7aと同様に、フォトソングラフイー等により作成することができる。

[0081] また、本実施の形態1では、2次元画像表示装置は、レーザ光によりスクリーン上を走査して画像を表示する2次元走査型のものであるが、上記2次元画像表示装置は、レーザ光を映像信号に基づいて空間光変調素子により変調してスクリーン上に投影する空間変調方式のものであってもよい。

[0082] また、本実施の形態1では、2次元画像表示装置の光源にはレーザ光源1a〜1cを使用したか、2次元画像表示装置の光源はレーザ光源に限らず、コヒーレンシーの高い光源であれば、ランプやLED等であってもその光源として適用可能である。

[0083] また、本実施の形態1では、2次元画像表示装置の光学系を構成する複屈折拡散

板7は1つであるが、2次元画像表示装置はその光学系を構成する複屈折拡散板を複数用いてもよい。例えば、2次元画像表示装置の光学系を、光ビームの伝搬方向に対し直列に配置した2枚以上の複屈折拡散板を有するものとすることにより、該光学系における複屈折拡散板が1枚である場合と比較してスペックルパターンをさらに多様化させることができ、スペックルノイズの更なる低減を図ることが可能となる。

[0084] (実施の形態2)

図5(a)及び図5(b)は、本発明の実施の形態2による2次元画像表示装置を説明する図であり、図5(a)は、該2次元画像表示装置を構成する複屈折拡散板7cを示す平面図である。また、図5(b)は、複屈折拡散板7cの断面構造を示すとともに、複屈折拡散板7cに入射する照明光、及び複屈折拡散板7から出射される照明光の位相分布を模式的に表している。

[0085] 本実施の形態2の2次元画像表示装置は、実施の形態1の2次元画像表示装置100の複屈折拡散板7に代えて、複屈折性を有する材料の基板厚みを空間的にランダムに変化させた複屈折拡散板7cを用いたものである。従って、この実施の形態2のその他の構成は、実施の形態1のものと同一である。

[0086] 本実施の形態2の複屈折拡散板7cは、複屈折性を有する材料基板を、複数のセル領域Rcが格子状に配列されるよう区分し、基板厚さの異なるセル領域Rcがランダムに配列されるよう加工したものである。本実施の形態2では、複屈折拡散板7cの材料基板として、 LiNbO_3 基板を用いており、エッチング加工、あるいはレーザ加工等により各セル領域での基板厚みを変化させている。

[0087] 複屈折拡散板7cの具体的な作成方法としては、通過する光の波長を λ 、複屈折率差(常光屈折率と異常光屈折率の差)を Δn 、拡散板の面内における最大の基板厚み差を Δt とした場合、十分な拡散を得るためには、 $\lambda \leq \Delta n \times \Delta t$ の関係を満たせばよい。従って、 LiNbO_3 基板の複屈折率差 Δn は、およそ0.09であるので、波長600nmのレーザ光を使用した場合、 $7\mu\text{m}$ 以上の厚み差をもつよう、 LiNbO_3 基板をエッチング加工等により処理する。

[0088] 次に、作用効果について説明する。

図5(a)において、例えば位相のそろった直線偏光のレーザ光Ldが複屈折拡散板

7に入射したとする。複屈折拡散板7cは、各セル領域毎に基板厚みがランダムに設定されているため、レーザ光Ldが複屈折拡散板7cを通過すると、レーザ光Ldの、各セル領域を通過した部分で、各セル領域の基板厚みに応じた位相遅れが生じ、複屈折拡散板7から出射するレーザ光Ldは、図5(b)に示すように、空間的にランダムな位相パターンを有することになる。

[0089] さらに、複屈折拡散板7cに入射するレーザ光Ldの偏光状態は、実施の形態1と同様に、時間的に変化しているため、複屈折拡散板7cから出射するレーザ光Ldの位相パターンは空間的、時間的に変化することになる。このため、スクリーン10上では、異なるスペックルパターンが多数生じることになり、観察者が投影像を観察する際には、これらのスペックルパターンが時間平均されて、スペックルノイズが抑圧された2次元画像を観察することができる。

[0090] このように、本実施の形態2による2次元画像表示装置では、複屈折拡散板7cを、セル領域毎に基板厚みがランダムに変化した構造としているので、簡単な構造の複屈折拡散板により、実施の形態1と同様に、スペックルノイズを除去することができる。

[0091] なお、上記実施の形態2では、複屈折拡散板7cは、材料基板である LiNbO_3 基板の表面を加工したものとしているが、複屈折拡散板7cはこれに限るものではない。例えば、基板厚みを不規則に変化させた中空透明部材の内部に液晶を封入することにより、本実施の形態2の LiNbO_3 を用いた複屈折拡散板7cと同様に、簡単な構造の複屈折拡散板を得ることができる。また、その際に、上記中空透明部材の表面に透明電極をランダムに配設することにより、内部封入されている液晶に対して電界を印加することが可能となり、透明材料内部の液晶の配向方向を空間的にランダムに変化させることができる。この結果、より多くの位相パターンを作り出すことが可能となり、スペックルノイズをさらに低減することが可能となる。また、液晶は安価に入手し易く、このため、複屈折拡散板の製造コストを下げることも可能となる。

[0092] また、上記実施の形態2では、複屈折拡散板7cは、基板厚さの異なるセル領域がランダムに配列されるよう構成したものであり、各セル領域におけるC軸方向は一定方向となっているが、この複屈折拡散板7cは、基板厚さを変化させるだけでなく、各セル領域におけるC軸方向も、セル領域毎にランダムに設定したものでよい。

[0093] 図6(a)は、このような複屈折拡散板7dを示す平面図である。

この複屈折拡散板7dは、実施の形態2の複屈折拡散板7cを、各セル領域のC軸方向がランダムな方向となるよう変形したものである。

[0094] このような複屈折拡散板7dでは、図6(b)に示すように、より多くの位相パターンを作り出すことが可能となる。

[0095] また、上記実施の形態2では、2次元画像表示装置の光学系を構成する複屈折拡散板7cは1つであるが、2次元画像表示装置は、その光学系の光軸に沿って直列に配置された複数の複屈折拡散板7cを有するものであってもよい。この場合、上記光学系に配置されている複屈折拡散板7cが1枚である場合と比較してスペックルパターンをさらに多様化させることができ、スペックルノイズの更なる低減を図ることが可能となる。なお、図5(a)に示すような、各セル領域のC軸方向が一定方向にそろった複屈折拡散板7cを複数用いる場合は、複数の複屈折拡散板7cは、それぞれの速軸および遅軸の方向が互いに異なる方向になるように配置するのが望ましい。

[0096] (実施の形態3)

図7は、本発明の実施の形態3による2次元画像表示装置を説明する図であり、2次元画像表示装置におけるスペックルノイズ除去光学系を模式的に示している。

[0097] 本実施の形態3の2次元画像表示装置は、実施の形態2のスペックルノイズ除去光学系を構成する、偏光状態変調器6と複屈折拡散板7cとを一体化したものである。なお、実施の形態3のその他の構成は、実施の形態2におけるものと同一である。

[0098] 本実施の形態3の2次元画像表示装置のスペックルノイズ除去光学系は、単一の LiNbO_3 結晶上に、レーザ光Ldの偏光状態を変調する偏光状態変調器6eと、偏光状態が偏光されたレーザ光の位相を空間的に変化させる複屈折拡散板7eとを一体形成してなるものである。

[0099] 具体的な作成方法は、 LiNbO_3 結晶の一端側端面を、上述した実施の形態2と同様に、複数のセル領域が格子状に配列されるよう区分し、基板厚さの異なるセル領域Rcがランダムに配列されるよう加工して複屈折拡散板7eを形成する。また、 LiNbO_3 結晶の他端側部分には、その±Z面に電極14を配置して、偏光状態変調器6eを作成する。

[0100] 次に作用効果について説明する。

本実施の形態3の2次元画像形成装置では、位相のそろった直線偏光のレーザ光Ldが偏光状態変調器6eに入射すると、偏光状態変調器6eにて、その偏光状態及び位相の少なくとも一方が時間的に変化する。そして、該偏光状態変調器6eからのレーザ光は、複屈折拡散板7eを通過することにより、レーザ光の、各セル領域に対応する部分で、各セル領域の基板厚みに応じた位相遅れが生じることになり、図7に示すように、空間的にランダムな位相パターンを有するものとなる。

[0101] そして、スクリーン上では、複屈折拡散板7eからの出射レーザ光により異なるスペックルパターンが多数生じることになり、観察者が投影像を観察する際には、これらのスペックルパターンが時間平均されて、スペックルが抑圧された2次元画像を観察することができる。

[0102] このように、本実施の形態3の2次元画像表示装置では、スペックル除去光学系を構成する偏光状態変調器6eと複屈折拡散板7cとを一体化したので、小型のスペックル除去光学系を実現することができ、これにより、2次元画像表示装置全体の小型化を図ることが可能となる。

[0103] (実施の形態4)

図8(a)及び図8(b)は、本発明の実施の形態4による2次元画像表示装置を説明する図であり、図8(a)は、2次元画像表示装置の照明光学系の概略構成を示し、図8(b)は、2次元画像表示装置の動作を説明する図である。なお、図中、800は、この実施の形態4の2次元画像表示装置を構成する照明光学系、6a及び6bは偏光状態変調器である。また、図2と同一符号は実施の形態1におけるものと同一のものである。

[0104] つまり、この実施の形態4の2次元画像表示装置は、上記実施の形態1の2次元画像表示装置における偏光状態変調器6に代わる、上記照明光学系の光軸に沿って直列に配置され、それぞれのC軸方向が直交する2つの偏光状態変調素子6a及び6bを備えたものである。

[0105] ここで、上記偏光状態変調器6a及び6bは、実施の形態1の偏光状態変調器6と同様、Z板 LiNbO_3 の±Z面のそれぞれに電極形成してなるものである。また、偏光状態

変調器6aは、レーザビームの偏光を直線偏光とした場合には、図8(a)に示すように、Z板LiNbO₃のC軸を偏光方向に対して45度傾けた状態で配置される。また、偏光状態変調器6bは、そのC軸と偏光状態変調器6aのC軸とが直交するよう配置される。

[0106] 次に作用効果について説明する。

図8(b)は、偏光状態変調器6aに入射したレーザ光Ldの偏光状態を模式的に示している。

[0107] レーザ光源1からレーザ光が出射されると、該レーザ光Ldは合波光学系(図示せず)を介して集光レンズ5に入射し、集光レンズ5で集光されたレーザ光が偏光状態変調器6aに入射する。偏光状態変調器6aのC軸方向Daは、上述したようにレーザ光Ldの偏光方向DLdに対して45°傾いているため、電界制御により、図8(b)に示すように、偏光状態変調器6aの入射面上に形成されるレーザ光Ldは、正方形枠F0内に内接する形で、偏光の種類を、直線偏光、楕円偏光、あるいは円偏光に変化させることができ、また、その偏光方向を変化させることができる。

[0108] 例えば、直線偏光のレーザ光Ldは、前記偏光状態変調器6aにより、長方形枠F1に接する楕円偏光Ld1、あるいは、長方形枠F1に比べてより縦長の長方形枠F2に接する楕円偏光Ld2とすることができる。

[0109] さらに、偏光状態変調器6aからのレーザ光は、偏光状態変調器6bにより、例えば、楕円偏光Ld1であれば、長方形枠F1に内接する形で、また、楕円偏光Ld2であれば、長方形枠F2に内接する形で、偏光方向、あるいは偏光の種類を変化させることができる。

[0110] なお、偏光状態変調器6aのC軸方向Daに対する、レーザ光Ldの偏光方向DLdの傾きが45°より小さい場合は、例えば、20°である場合は、図8(c)に示すように、偏光状態変調器6aの入射面上に形成されるレーザ光Ldは、長方形枠F3内に内接する形でしか、偏光の種類を、直線偏光、楕円偏光、あるいは円偏光を変化させることができない。

[0111] 従って、偏光状態変調器6aのC軸方向Daを、上述したようにレーザ光Ldの偏光方向DLdに対して45°傾けることにより、2枚の偏光状態変調器6a、6bにより、偏光の

種類を任意に変化させることができ、さらに、直線偏光、及び楕円偏光については、360度のあらゆる方向にその偏光方向を変化させることができる。これら偏光状態の変化は、2枚の偏光状態変調器6a, 6bの電界制御により行い、任意の偏光状態を作り出すために、それぞれ異なる周波数をもって偏光状態を時間的に変化させる。

[0112] そして、偏光状態変調器6bから出射するレーザ光Ldが複屈折拡散板7を通過することにより、スクリーン10上で異なるスペックルパターンが多数生じることになり、観察者が投影像を観察する際には、これらのスペックルパターンが時間平均され、スペックルノイズが抑圧されることになる。

[0113] このように本実施の形態4の2次元画像表示装置では、その照明光学系の光軸に沿って2枚の偏光状態変調器6a, 6bを、それぞれのC軸の向きが異なるように直列に配置したので、任意の偏光状態を作り出すことができ、レーザ光Ldが複屈折拡散板を通過した後に生じる位相パターンをさらに増加させることが可能となる。これにより、スクリーン10上に現れるスペックルノイズの更なる削減を図ることが可能となる。

[0114] なお、本発明に係るスペックルノイズ除去系は、単色レーザの画像投影装置においても適用可能である。例えば、空間光変調素子としてガラス基板上に金属膜をパターンニングしたフォトマスク等を用い、スクリーンである半導体基板上にマスクパターン像を形成する、半導体プロセスに用いる露光照明装置においても適用することができる。

産業上の利用可能性

[0115] 本発明に係る2次元画像表示装置は、照明光学系に直列に配置した偏光状態変調器及び複屈折拡散板により、レーザ光Ldの空間的な位相パターンをランダムに変化させることにより、スペックルノイズを簡単な構成により除去できるものであり、投影光学系とスクリーンとが別体になった投射型ディスプレイや、投影光学系と透過型スクリーンとを組み合わせた背面投射型ディスプレイにおけるスペックルノイズを除去する上で有用なものである。

請求の範囲

- [1] コヒーレント光を投射面に投射して画像表示を行う2次元画像表示装置において、コヒーレント光を出力する少なくとも1つのコヒーレント光源と、前記コヒーレント光源からのコヒーレント光の偏光状態及び位相の少なくとも一方を変調する偏光状態変調器と、前記偏光状態変調器からのコヒーレント光の位相を空間的に変化させる複屈折拡散板とを備え、前記複屈折拡散板により位相が変化したコヒーレント光を前記投射面に投影する、ことを特徴とする2次元画像表示装置。
- [2] 請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記複屈折拡散板と前記投射面とは、結像関係にある、ことを特徴とする2次元画像表示装置。
- [3] 請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記複屈折拡散板は、前記コヒーレント光の入射面が空間的に領域分割されており、それぞれの領域は、その光学軸の方向がランダムに設定されている、ことを特徴とする2次元画像表示装置。
- [4] 請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記複屈折拡散板は、前記コヒーレント光の入射面が空間的に領域分割され、それぞれの領域で、前記コヒーレント光のランダムな位相遅延量を発生するものである、ことを特徴とする2次元画像表示装置。
- [5] 請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記複屈折拡散板は、前記コヒーレント光の入射面が空間的に領域分割されており、それぞれの領域は、その光学軸の方向がランダムに設定され、かつ、前記コヒーレント光のランダムな位相遅延量を発生するものである、ことを特徴とする2次元画像表示装置。
- [6] 請求項1に記載の2次元画像表示装置において、前記複屈折拡散板は、前記コヒーレント光源から投影面に至る光路上に2枚以上

配置されている、

ことを特徴とする2次元画像表示装置。

- [7] 請求項4または5に記載の2次元画像表示装置であつて、
前記複屈折拡散板は、前記位相遅延量 $\Delta \phi$ が、 $0 \leq \Delta \phi \leq 2\pi$ を満たし、かつ、
当該位相遅延量を略均一な割合で発生するものである、
ことを特徴とする2次元画像表示装置。
- [8] 請求項1に記載の2次元画像表示装置において、
前記複屈折拡散板は、強誘電体結晶により形成されている、
ことを特徴とする2次元画像表示装置。
- [9] 請求項1に記載の2次元画像表示装置において、
前記複屈折拡散板は、液晶を構成材料とする、
ことを特徴とする2次元画像表示装置。
- [10] 請求項1に記載の2次元画像表示装置において、
前記偏光状態変調器は、前記コヒーレント光源から投影面に至る光路上に、光学
軸の方向が異なるように直列に2つ配置されている、
ことを特徴とする2次元画像表示装置。
- [11] 請求項10に記載の2次元画像表示装置において、
前記2つの偏光状態変調器は、互いに異なる周波数でもって、前記コヒーレント光
源からのコヒーレント光の偏光状態及び位相の少なくとも一方を変調する、
ことを特徴とする2次元画像表示装置。
- [12] 請求項1に記載の2次元画像表示装置において、
前記偏光状態変調器と前記複屈折拡散板とが一体形成されている、
ことを特徴とする2次元画像表示装置。
- [13] 請求項1に記載の2次元画像表示装置において、
前記コヒーレント光源からのコヒーレント光を、前記投影面に画像が表示されるよう2
次元方向に走査する2次元ビーム走査系を有する、
ことを特徴とする2次元画像表示装置。
- [14] 請求項1に記載の2次元画像表示装置において、

前記偏光状態変調器は、下記の(1)式を満たす周波数 f で、前記コヒーレント光源からのコヒーレント光の偏光状態及び位相の少なくとも一方を変調する、

ことを特徴とする2次元画像表示装置。

$$f \geq X \times Y \times N \text{ (Hz)} \cdots (1)$$

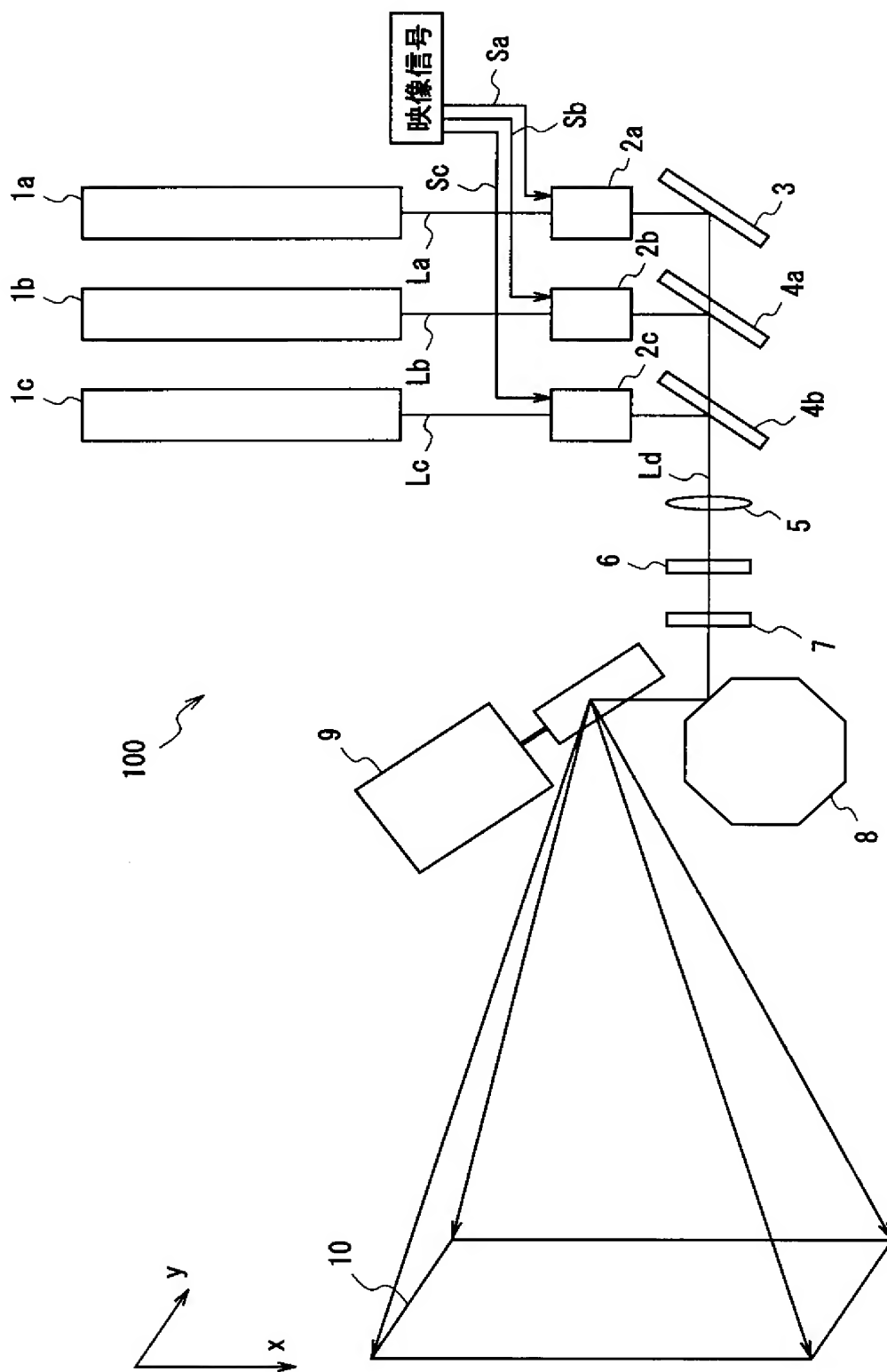
X: 前記投射面に表示される画像の縦方向画素数

Y: 前記投射面に表示される画像の縦方向画素数

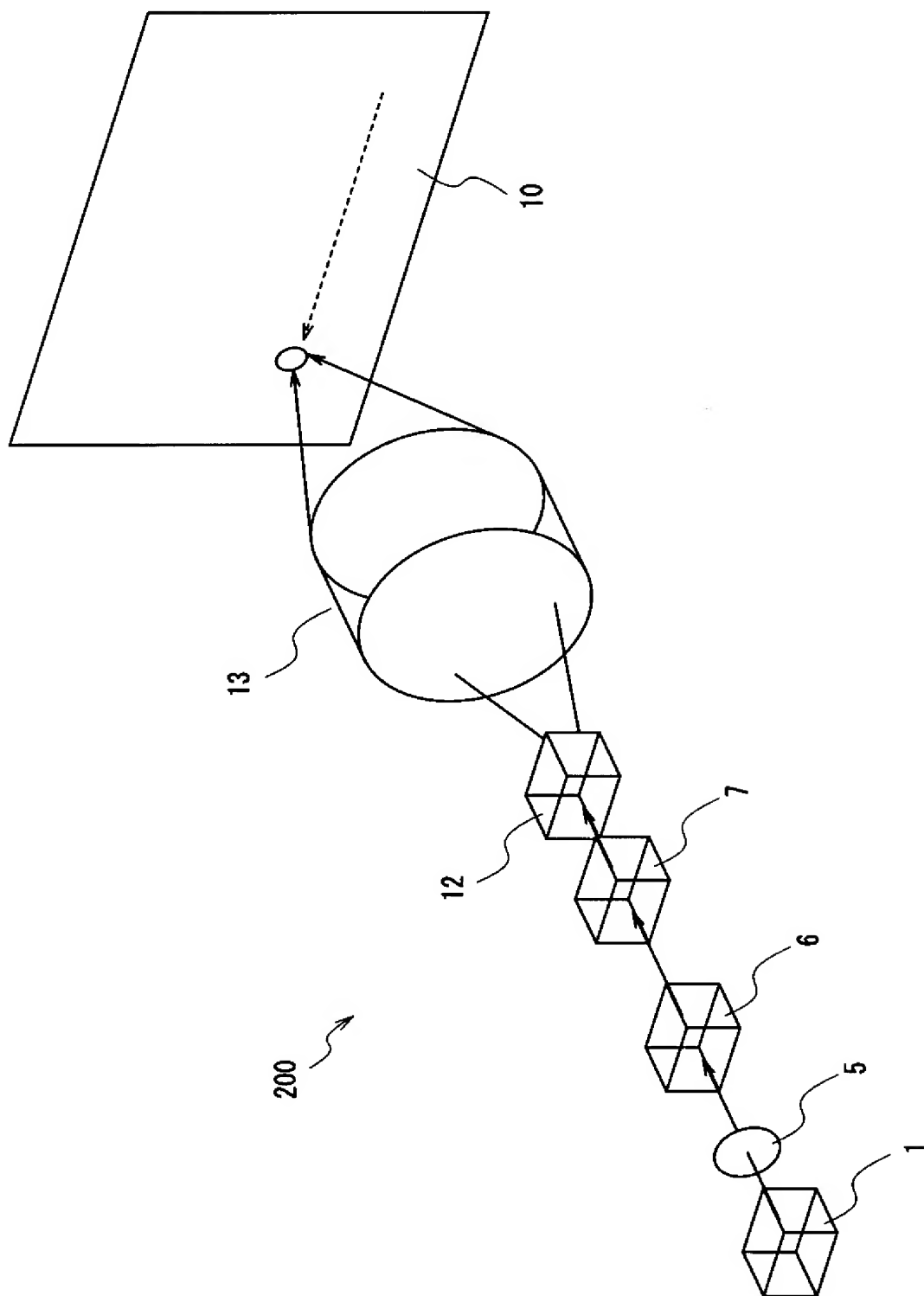
N: 1秒間に表示される画像数

- [15] 請求項1に記載の2次元画像表示装置において、
前記偏光状態変調器は、電気光学効果を用いた光変調器である、
ことを特徴とする2次元画像表示装置。

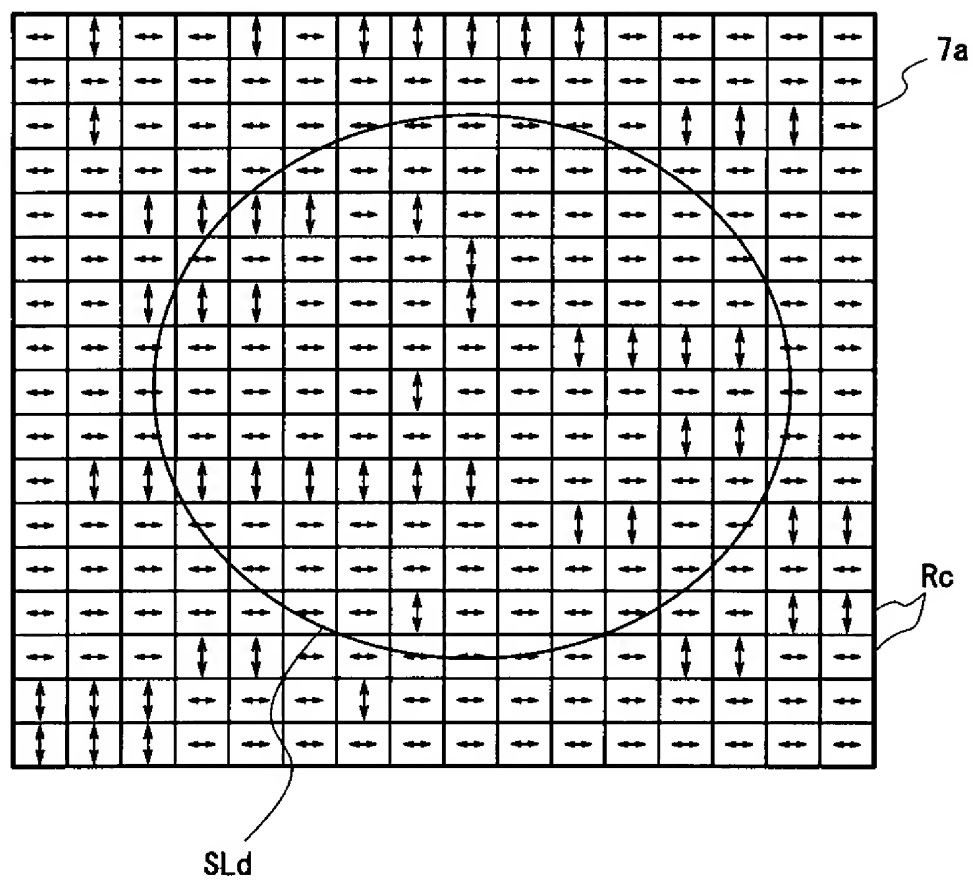
[図1]



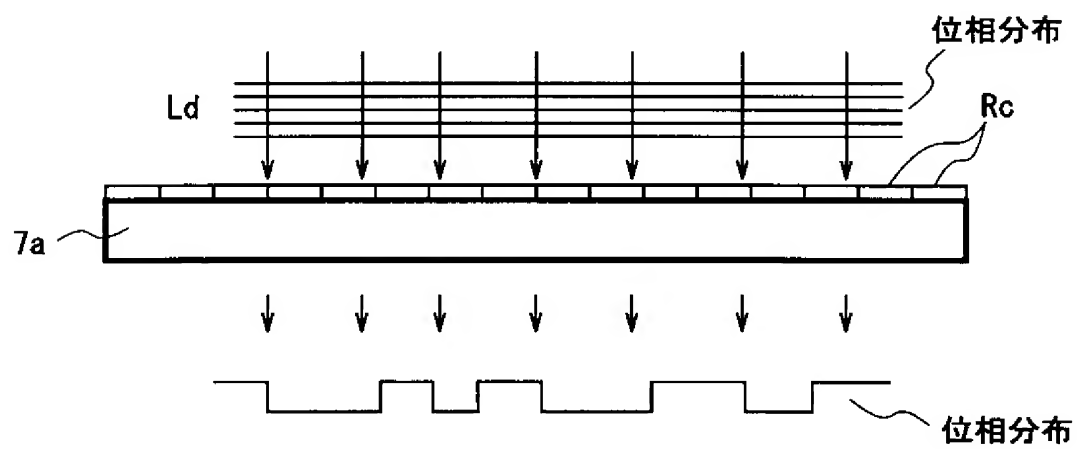
[図2]



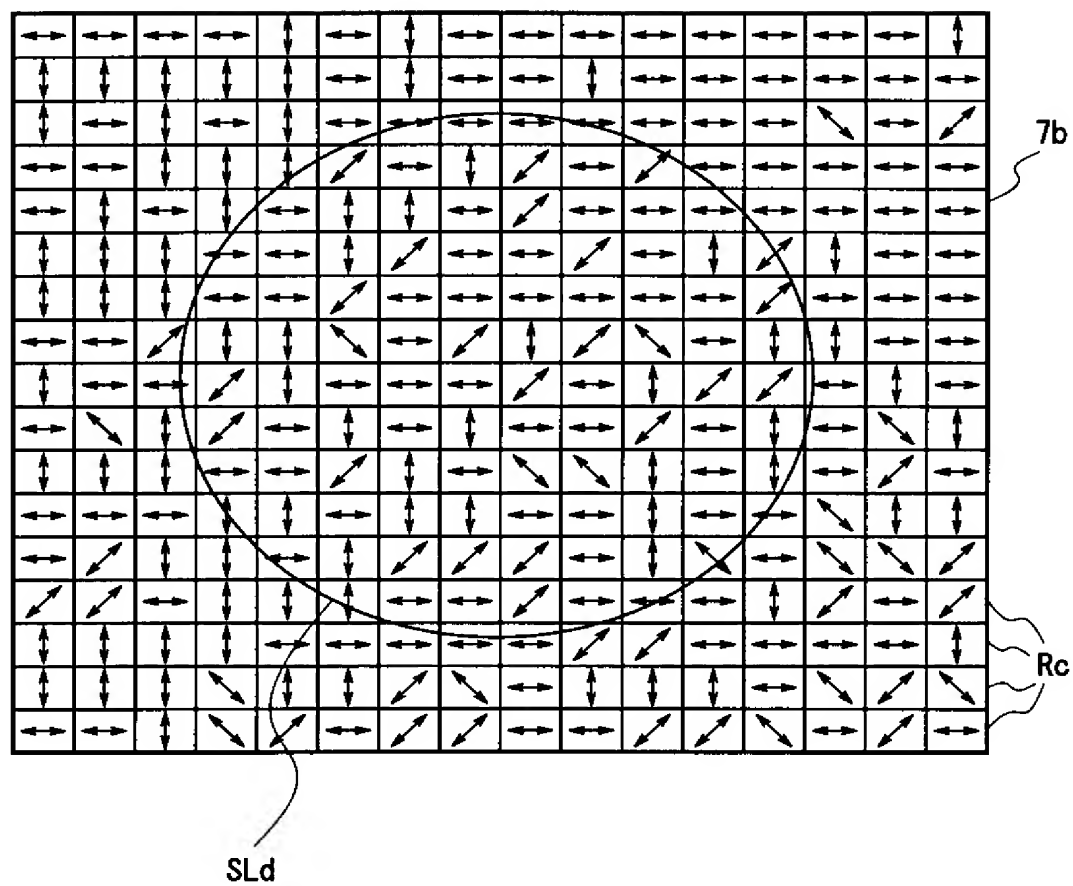
[図3(a)]



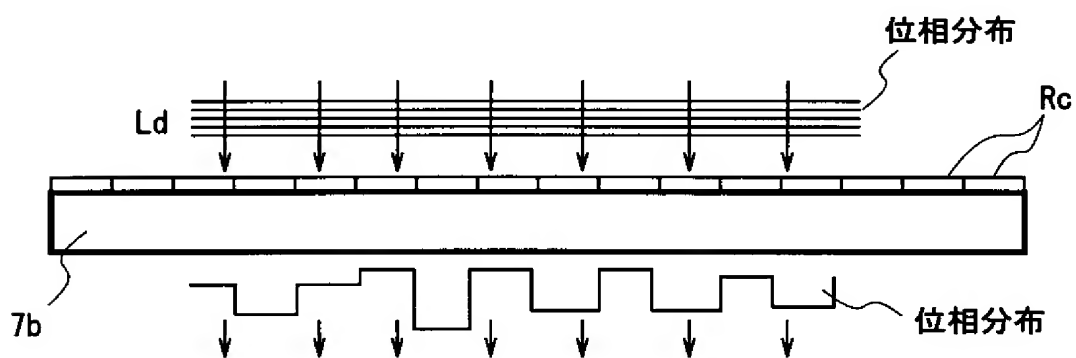
[図3(b)]



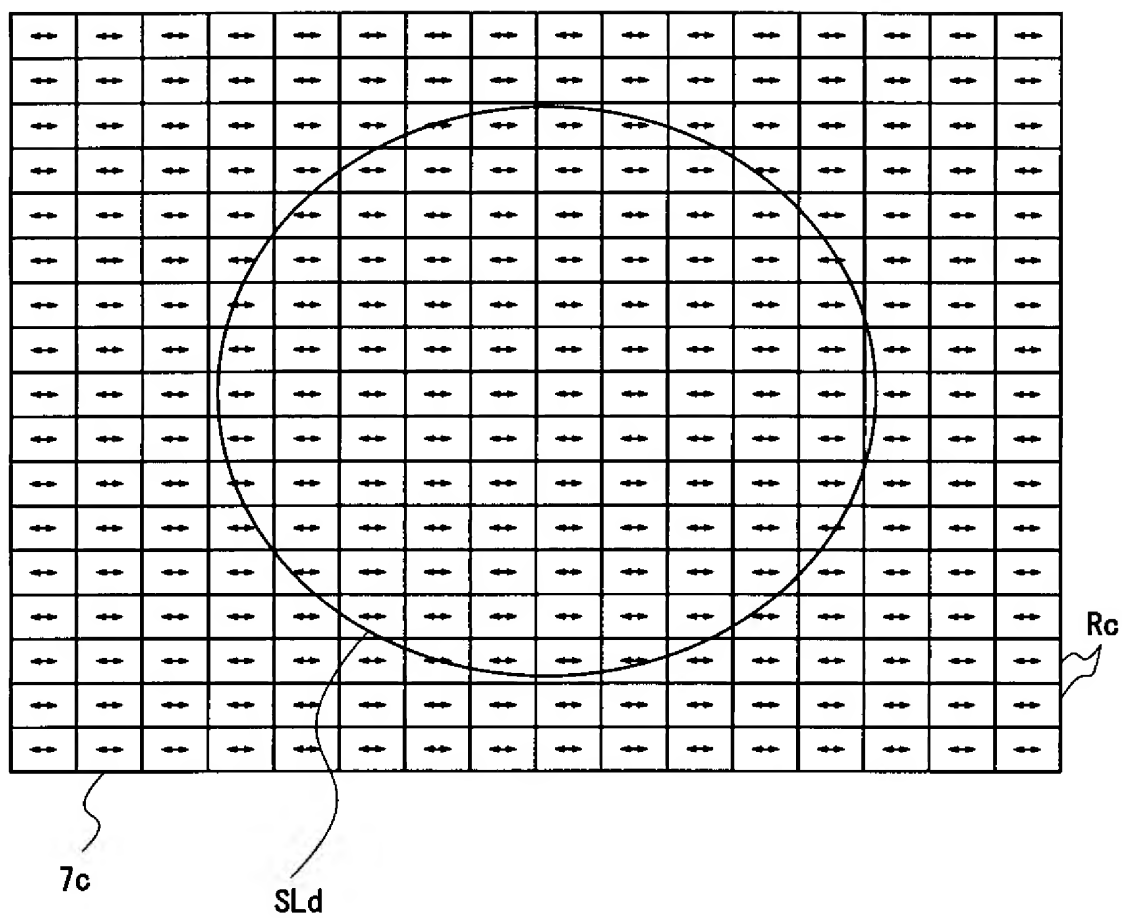
[図4(a)]



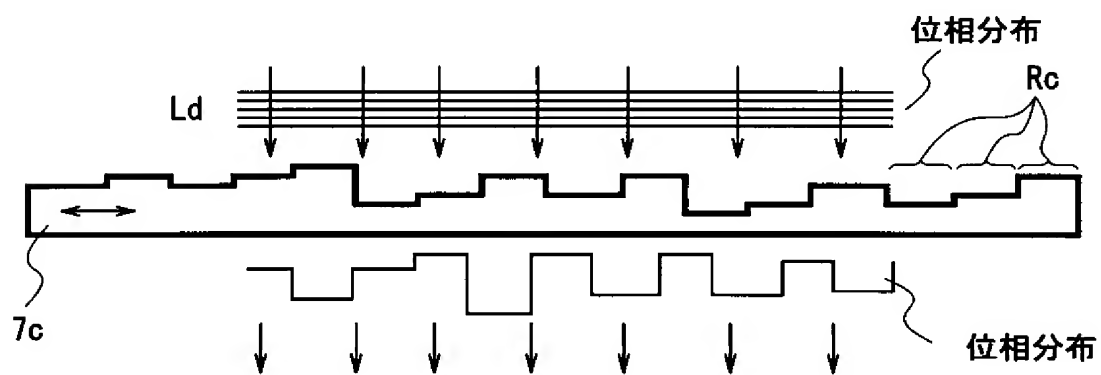
[図4(b)]



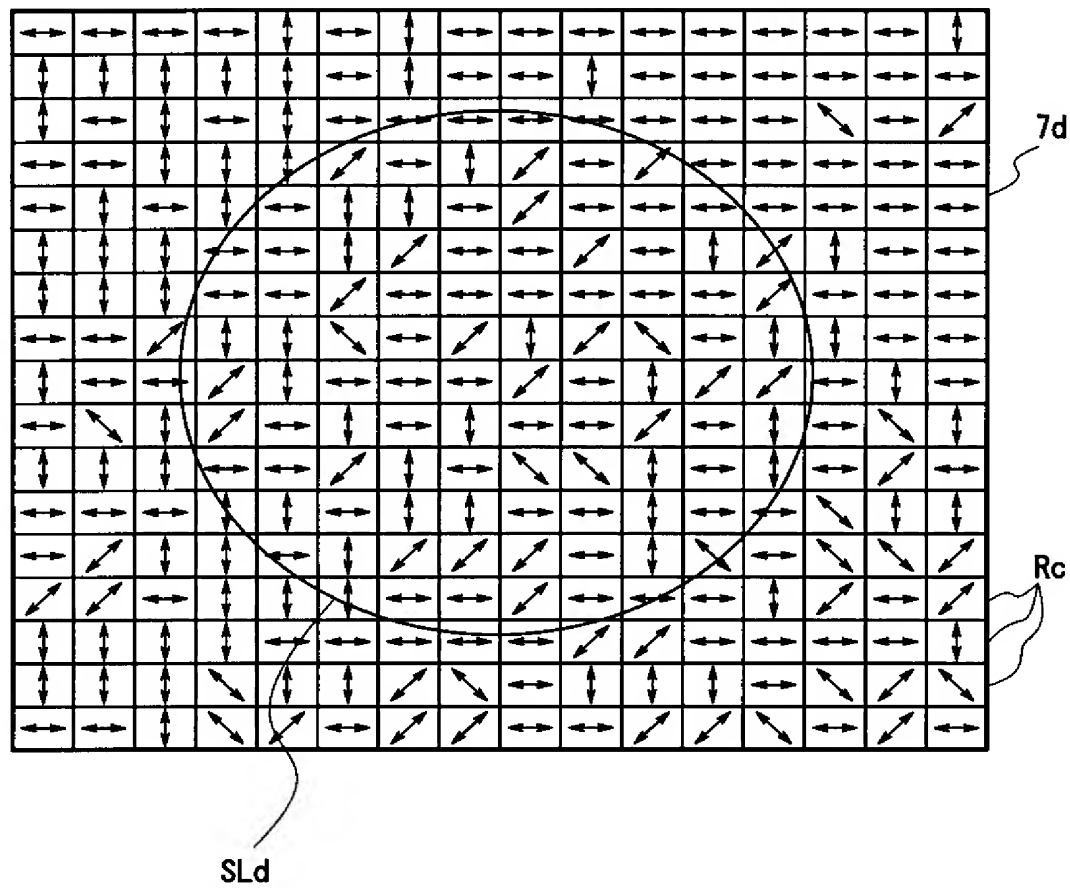
[図5(a)]



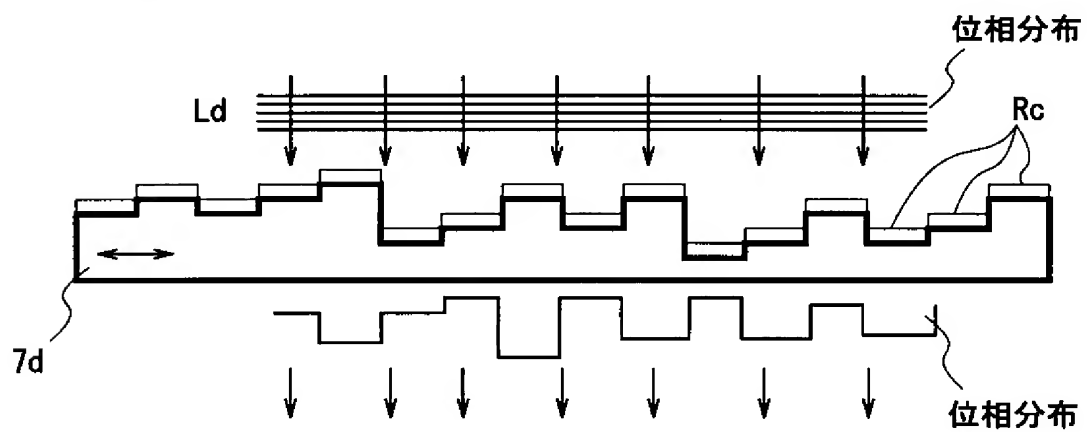
[図5(b)]



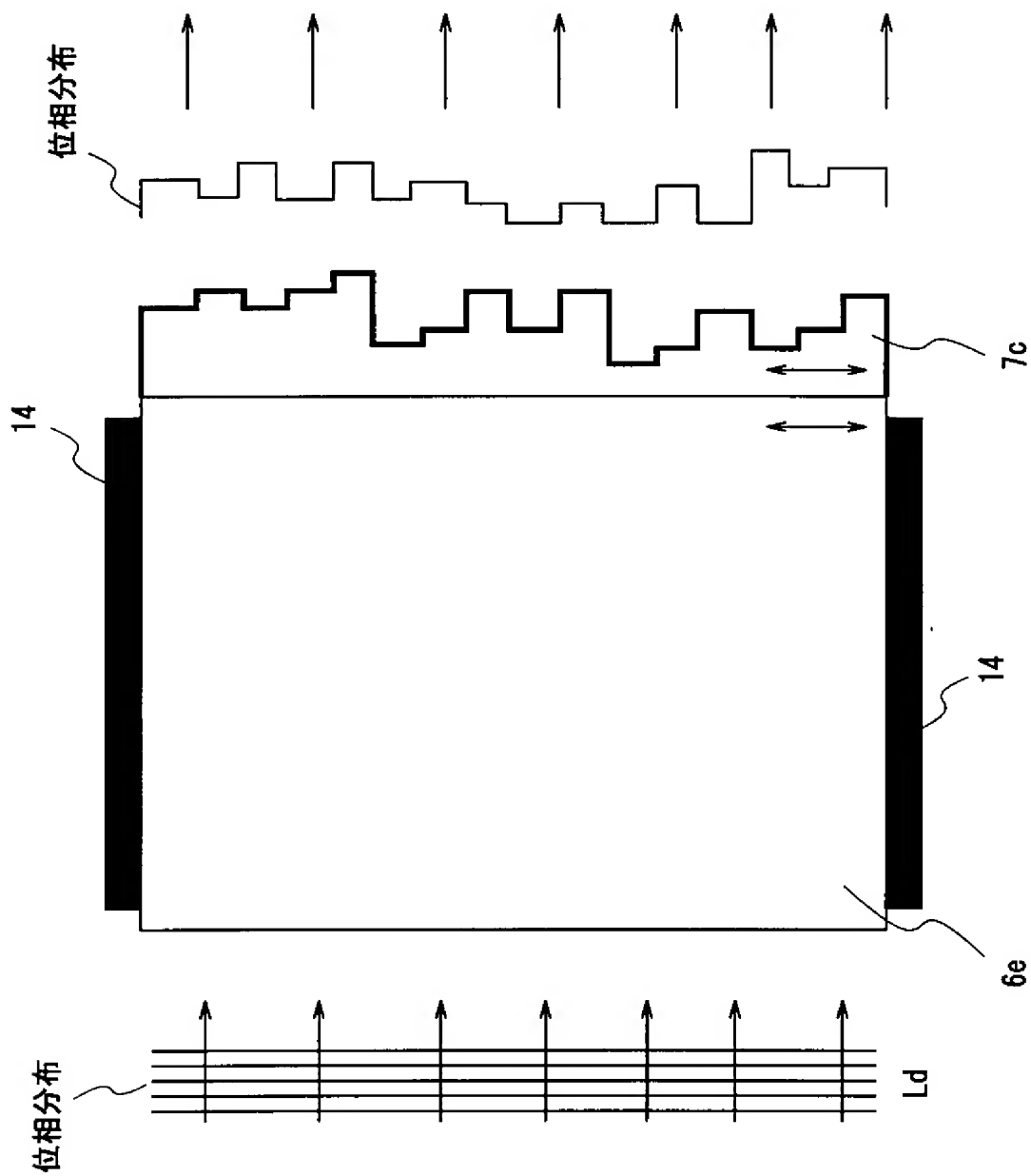
[図6(a)]



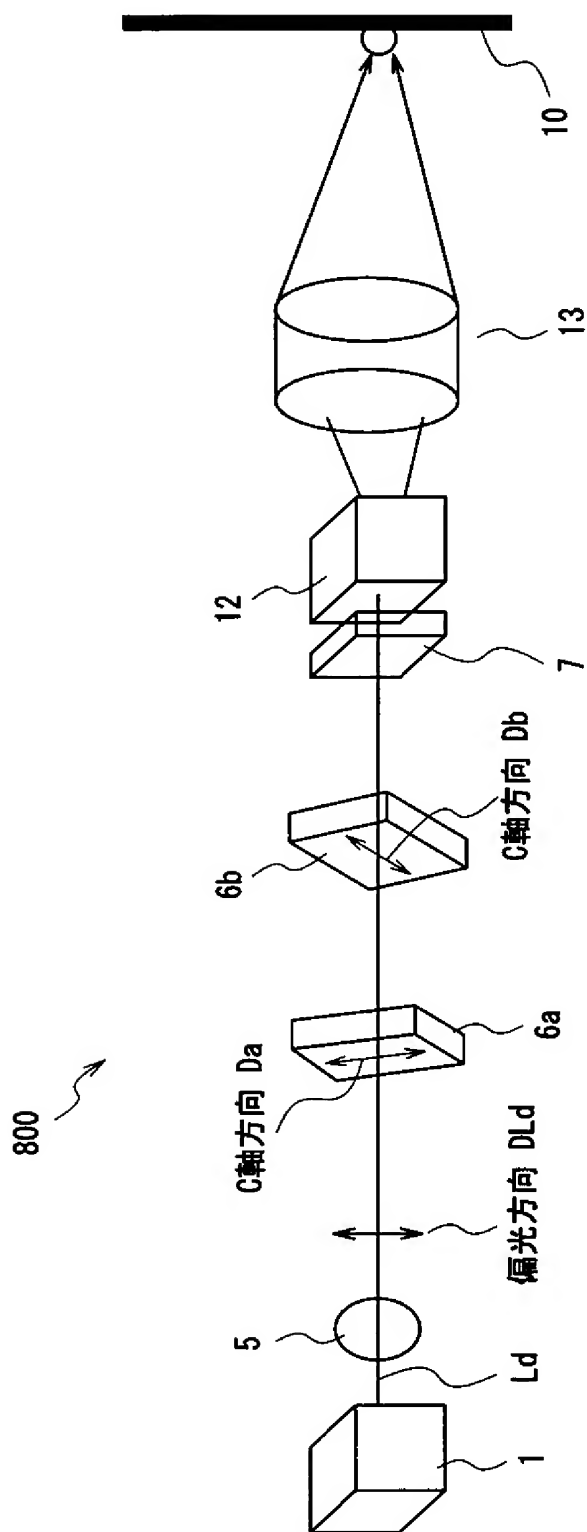
[図6(b)]



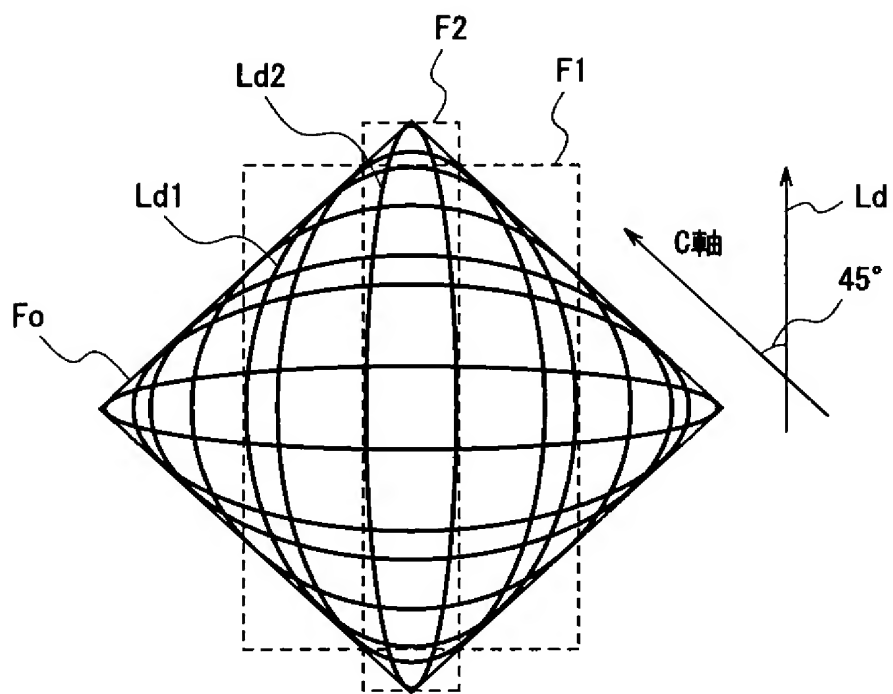
[図7]



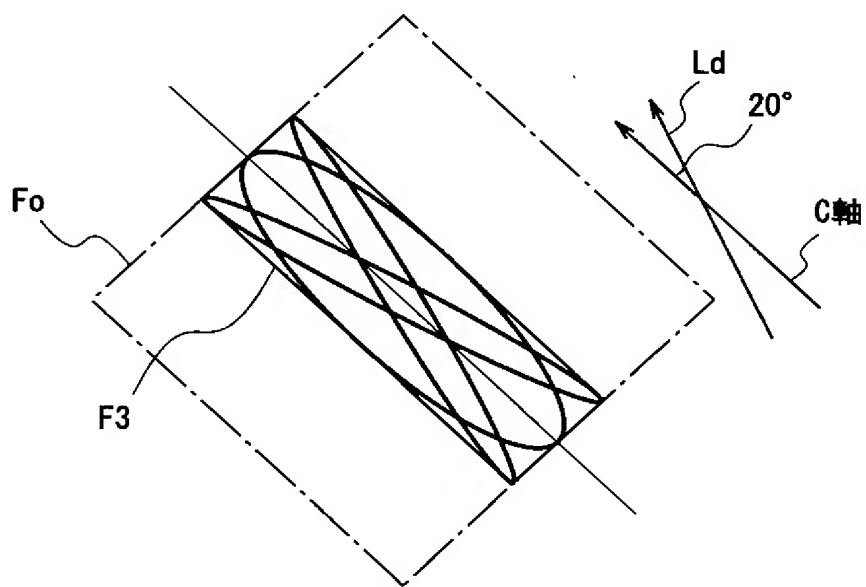
[図8(a)]



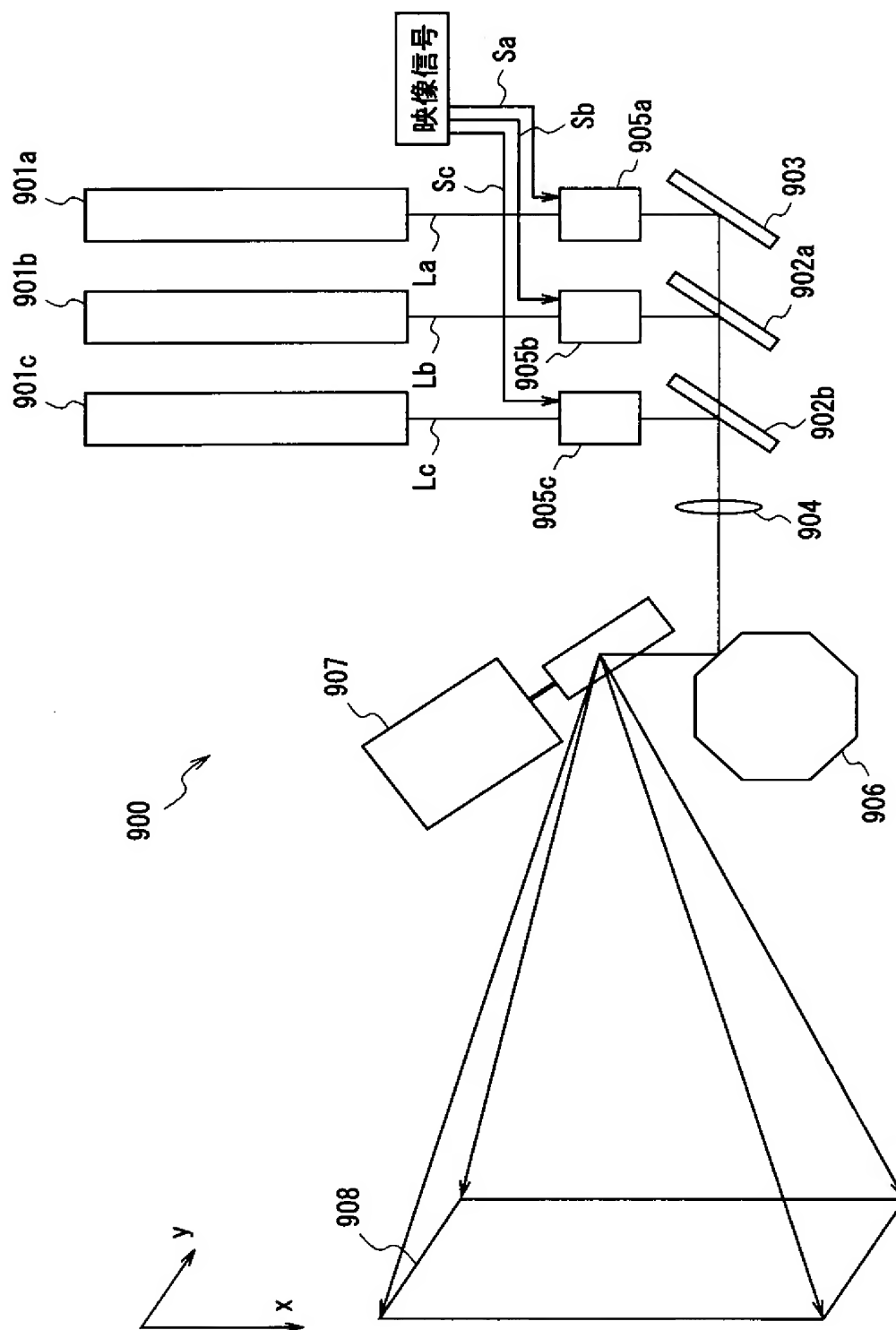
[図8(b)]



[図8(c)]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019324

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G03B21/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G03B21/00-21/30, G02B27/00-27/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-279889 A (Eastman Kodak Co.), 02 October, 2003 (02.10.03), Full text; all drawings & US 6577429 B1	1-15
Y	JP 03-109591 A (Sony Corp.), 09 May, 1991 (09.05.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-15
Y	JP 2003-121791 A (Sony Corp.), 23 April, 2003 (23.04.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 January, 2005 (20.01.05)

Date of mailing of the international search report
08 February, 2005 (08.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019324

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 07-151995 A (SCHNEIDER ELEKTRONIK RUNDFUNKWERK GMBH.), 16 June, 1995 (16.06.95), Full text; all drawings & WO 95/03675 A1	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G03B21/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G03B21/00-21/30, G02B27/00-27/64

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2005年
 日本国登録実用新案公報 1994-2005年
 日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-279889 A (イーストマン コダック カンパニー) 2003. 10. 02 全文、全図 & US 6577429 B1	1-15
Y	JP 03-109591 A (ソニー株式会社) 1991. 05. 09 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 2003-121791 A (ソニー株式会社) 2003. 04. 23 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 01. 2005

国際調査報告の発送日

08. 2. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

星 野 浩 一

2M

8602

電話番号 03-3581-1101 内線 3273

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 07-151995 A (シュナイダー エレクトロニク ルンドフンクベルクゲーエムベ ーハ) 1995. 06. 16 全文、全図 & WO 95/03675 A1	1-15